

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-262869

(P 2 0 0 3 - 2 6 2 8 6 9 A)

(43) 公開日 平成15年9月19日 (2003.9.19)

(51) Int. Cl.

識別記号

F I

テマコード (参考)

G02F 1/13363

G02F 1/13363

2H049

G02B 5/30

G02B 5/30

2H091

G02F 1/1335

510

G02F 1/1335

510

審査請求 未請求 請求項の数12、〇L (全11頁)

(21) 出願番号

特願2002-63796 (P 2002-63796)

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(22) 出願日

平成14年3月8日 (2002.3.8)

(72) 発明者 内田 歳久

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

シャープ株式会社内

(72) 発明者 宮地 弘一

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

シャープ株式会社内

(74) 代理人 100101683

弁理士 奥田 誠司

最終頁に続く

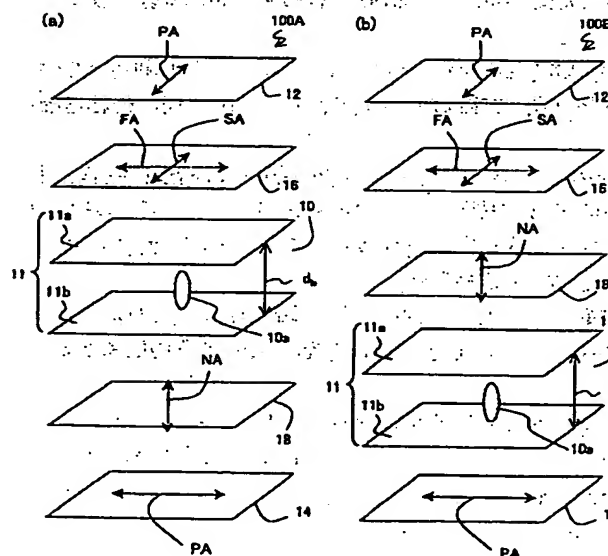
(54) 【発明の名称】 液晶表示装置

(57) 【要約】

(修正有)

【課題】 垂直配向状態の液晶層を利用して液晶表示器の品位を生産性に優れた二軸位相差板を用いて向上させる。

【解決手段】 垂直配向状態をとる液晶層10と、透過軸PAが互いに直交する第1偏光板12および第2偏光板14と、液晶層と第1偏光板及び/又は第2偏光板との間に配置された少なくとも1枚の第1位相差板16と第1偏光板および第2偏光板の内の第1位相差板から遠い方の偏光板との間に配置された少なくとも1枚の第2位相差板18と照明素子とを有する。第1位相差板16は二軸光学異方性を有し、液晶層の厚さ方向のリダゲーションを補償するとともに、斜め視角方向において第1偏光板および第2偏光板の透過軸が直交関係からずれることによる光漏れを抑制する機能を有し、且つ、第2位相差板18は負の一軸光学異方性を有し、第1位相差板と協同して、液晶層の厚さ方向のリダゲーションを補償する機能を有する。



BEST AVAILABLE COPY

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 黒表示状態において略垂直配向状態をとる液晶層と、

前記液晶層を介して互いに対向し、それぞれの透過軸が互いに直交するように配置された第1偏光板および第2偏光板と、

前記液晶層と前記第1偏光板および／または前記第2偏光板との間に配置された少なくとも1枚の第1位相差板と、

前記少なくとも1枚の第1位相差板と前記第1偏光板および前記第2偏光板の内の前記少なくとも1枚の第1位相差板から遠い方の偏光板との間に配置された少なくとも1枚の第2位相差板と、

前記第1偏光板および前記第2偏光板のいずれか一方の偏光板を介して前記液晶層に光を照射する照明素子とを有し、

前記少なくとも1枚の第1位相差板は二軸光学異方性を有し、黒表示状態における前記液晶層の厚さ方向のリタデーションの一部を補償するとともに、斜め視角方向において前記第1偏光板および前記第2偏光板の透過軸が直交関係からずれることによる光漏れを抑制する機能を有し、且つ、

前記少なくとも1枚の第2位相差板は負の一軸光学異方性を有し、前記少なくとも1枚の第1位相差板と協同して、黒表示状態における前記液晶層の厚さ方向のリタデーションを補償する機能を有する、液晶表示装置。

【請求項2】 黒表示状態において略垂直配向をとる液晶層と、

前記液晶層を介して互いに対向し、それぞれの透過軸が互いに直交するように配置された第1偏光板および第2偏光板と、

前記液晶層と前記第1偏光板および／または前記第2偏光板との間に配置された少なくとも1枚の第1位相差板と、

前記少なくとも1枚の第1位相差板と前記第1偏光板および前記第2偏光板の内の前記少なくとも1枚の第1位相差板から遠い方の偏光板との間に配置された少なくとも1枚の第2位相差板と、

前記第1偏光板および前記第2偏光板のいずれか一方の偏光板を介して前記液晶層に光を照射する照明素子とを有し、

黒表示状態における前記液晶層の厚さ方向のリタデーション $\Delta n \cdot d_1$  ( $\Delta n$ は前記液晶層の複屈折率、 $d_1$ は前記液晶層の厚さ)は、 $200\text{ nm} \leq \Delta n \cdot d_1 \leq 500\text{ nm}$ の関係を満たし、

前記少なくとも1枚の第1位相差板は二軸光学異方性を有し、前記少なくとも1枚の第1位相差板の遅相軸は前記第1偏光板および前記第2偏光板のうち前記液晶層に対して同じ側にある偏光板の透過軸と実質的に平行であり、

前記少なくとも1枚の第1位相差板の前記遅相軸方向における屈折率を $n_x$ 、前記遅相軸を含み前記液晶層に平行な平面内にあり前記遅相軸に直交する進相軸方向の屈折率を $n_y$ 、厚さ( $d$ )の方向の屈折率を $n_z$ とすると、厚さ方向のリタデーション( $R_{th1} = (n_x - n_z) \cdot d$ )および面内リタデーション( $R_e = (n_x - n_y) \cdot d$ )は、 $100\text{ nm} \leq R_{th1} + 1.9 \cdot R_e \leq 500\text{ nm}$ 、および $R_e < 190\text{ nm}$ の関係を満足する、液晶表示装置。

【請求項3】 前記少なくとも1枚の第1位相差板は、 $n_x > n_y > n_z$ の関係を満足する、請求項2に記載の液晶表示装置。

【請求項4】 黒表示状態において略垂直配向をとる液晶層と、

前記液晶層を介して互いに対向し、それぞれの透過軸が互いに直交するように配置された第1偏光板および第2偏光板と、

前記液晶層と前記第1偏光板および／または前記第2偏光板との間に配置された少なくとも1枚の第1位相差板と、

前記少なくとも1枚の第1位相差板と前記第1偏光板および前記第2偏光板の内の前記少なくとも1枚の第1位相差板から遠い方の偏光板との間に配置された少なくとも1枚の第2位相差板と、

前記第1偏光板および前記第2偏光板のいずれか一方の偏光板を介して前記液晶層に光を照射する照明素子とを有し、

黒表示状態における前記液晶層の厚さ方向のリタデーション $\Delta n \cdot d_1$  ( $\Delta n$ は前記液晶層の複屈折率、 $d_1$ は前記液晶層の厚さ)は、 $200\text{ nm} \leq \Delta n \cdot d_1 \leq 500\text{ nm}$ の関係を満足し、

前記少なくとも1枚の第1位相差板は二軸光学異方性を有し、前記少なくとも1枚の第1位相差板の遅相軸( $x$ 軸)は前記第1偏光板および前記第2偏光板のうち前記液晶層に対して同じ側にある偏光板の透過軸と実質的に平行であり、

前記少なくとも1枚の第1位相差板の前記遅相軸方向における屈折率を $n_x$ 、前記遅相軸を含み前記液晶層に平行な平面内にあり前記遅相軸に直交する進相軸方向の屈折率を $n_y$ 、厚さ( $d$ )の方向の屈折率を $n_z$ とすると、厚さ方向のリタデーション( $R_{th1} = (n_x - n_z) \cdot d$ )および面内リタデーション( $R_e = (n_x - n_y) \cdot d$ )は、 $100\text{ nm} \leq R_{th1} + 1.9 \cdot R_e \leq 500\text{ nm}$ 、および $n_x > n_y > n_z$ の関係を満足する、液晶表示装置。

【請求項5】 前記少なくとも1枚の第1位相差板の前記面内リタデーション $R_e$ は $R_e < 190\text{ nm}$ の関係を満足する、請求項1または4に記載の液晶表示装置。

【請求項6】 前記第1偏光板と前記第2偏光板との間に、負の一軸光学異方性を有するさらなる第2位相差板

を有し、

前記少なくとも1枚の第1位相差板の厚さ方向のリタデーション ( $Rth1$ ) は、前記さらなる第2位相差板の厚さ方向のリタデーション ( $Rth2$ ) よりも大きい、請求項2から5のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項7】 黒表示状態における前記液晶層の厚さ方向のリタデーション  $\Delta n \cdot d$  と前記第1偏光板と前記第2偏光板との間に存在する複数の位相差板の厚さ方向のリタデーションの合計 ( $Rtht$ ) との差 ( $\Delta Rth = \Delta n \cdot d - Rtht$ ) は、 $-100nm \leq \Delta Rth \leq 100nm$  の関係を満足する、請求項2から6のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項8】 前記少なくとも1枚の第1位相差板は1枚の第1位相差板であって、前記少なくとも1枚の第2位相差板は1枚の第2位相差板である、請求項2から7のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項9】 前記第1位相差板と前記第1偏光板および前記第2偏光板のうち前記液晶層に対して前記第1位相差板と同じ側にある前記偏光板との間に、負の一軸光学異方性を有するさらなる第2位相差板を有し、前記第1位相差板の厚さ方向のリタデーション ( $Rth1$ ) は、前記さらなる第2位相差板の厚さ方向のリタデーション ( $Rth2$ ) よりも大きい、請求項8に記載の液晶表示装置。

【請求項10】 前記液晶層は負の誘電異方性を有する液晶材料を含み、ノーマリブラックモードで表示を行う、請求項1から9のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項11】 前記照明素子は前記第2偏光板を介して前記液晶層に光を照射し、前記1枚の第1位相差板は前記第1偏光板と前記液晶層との間に設けられている、請求項1から10のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項12】 前記第1偏光板および前記第2偏光板のいずれか一方の偏光板を介して前記液晶層に光を照射する照明素子と前記いずれか一方の偏光板とが、前記いずれか一方の偏光板の透過軸に平行な直線偏光を出射する偏光照射素子に置換された、請求項1から11のいずれかに記載の液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、液晶表示装置に関し、特に、液晶層が略垂直配向状態をとるときに黒表示を行う液晶表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、液晶表示装置は、その表示品位が向上した結果、広く用いられるようになってきているものの、表示品位のさらなる向上が強く望まれている。

【0003】 さらなる向上が求められている表示特性の1つが視角依存性の低減であり、表示面法線に対して傾斜した方向（視角で規定される）から観察しても十分なコントラスト比の表示を行うことができる液晶表示装置

の開発が望まれている。いわゆる液晶表示装置の広視野角化が望まれている。

【0004】 液晶表示装置による表示のコントラスト比を向上させるためには、黒表示状態における光漏れを抑制することが重要であり、液晶層が略垂直配向状態で黒表示を行う液晶表示装置はこの点で有利である。このタイプの液晶表示装置としては、例えば、ノーマリホワイトモードのTN型液晶表示装置やノーマリブラックモードの垂直配向型液晶表示装置があり、これらの液晶表示装置は、略垂直配向した液晶層と、この液晶層を介して互いに対向しクロスニコル状態に配置された一対の偏光板とによって黒表示を行う。従って、これらの液晶表示装置による黒表示を表面法線方向から観察すると良好な黒表示であるが、表示面法線から傾斜した方向（以下、「斜め視角方向」ということにする。）から観察すると光漏れが発生し黒表示の品位が低下する。

【0005】 この斜め視角方向における光漏れは、

(1) 垂直配向状態の液晶層を斜め視角方向から観察すると複屈折が生じること、および(2) クロスニコル状態に配置された一対の偏光板の透過軸を斜め視角方向から観察すると、互いに直交した関係からずれる（透過軸がなす角が $90^\circ$ を超える）ことに起因する。

【0006】 例えば、特開2000-39610号公報は、ノーマリブラックの垂直配向型液晶表示装置について、(1) 黒表示状態の液晶層のリタデーションを負の一軸異方性を有する光学シートで補償し、且つ、(2) 偏光板の透過軸（偏光軸ともいう。）に平行または垂直な方向の遅相軸を有する $\lambda/2$ 板（二分の1波長板）に相当するような二軸異方性を有する光学シートを設けることによって、斜め視角方向における光漏れを抑制できることを開示している。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記公報に記載されているように一軸異方性光学シートおよび二軸異方性光学シートを設計すると、斜め視角方向において良好な黒表示を実現できる二軸異方性光学シートの選択範囲が狭く、工業的に利用し難い。

【0008】 更に、上記公報に記載されている面内リタデーションが $190nm$ 以上の面内リタデーションを有する二軸異方性光学シートを用いると、二軸異方性光学シートの遅相軸と偏光板の透過軸との位置合せマージンが小さく、僅かなずれで、表示面法線方向においても光漏れが発生し、正面コントラスト比が低下するという問題があった。

【0009】 また、上記公報には、 $Nz$  ( $Nz = (nx - nz) / (nx - ny)$ 、 $nx$ は遅相軸方向の屈折率、 $ny$ は進相軸方向の屈折率、 $nz$ は厚さ方向の屈折率) が $0.28$ から $0.67$ を満足する二軸異方性光学シートを用いることが好ましいと記載されている（図4参照）が、 $Nz$ が $1.0$ 未満（すなわち、 $nx > nz >$

$n_y$ ) の二軸異方性光学シートを工業的に製造することが難しい。

【0010】本発明はかかる諸点に鑑みてなされたものであり、その主な目的は、略垂直配向状態の液晶層を利用して黒表示を行う液晶表示装置の表示品位を生産性に優れた二軸位相差板を用いて向上させることにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明による液晶表示装置は、黒表示状態において略垂直配向状態をとる液晶層と、前記液晶層を介して互に対向し、それぞれの透過軸が互いに直交するように配置された第1偏光板および第2偏光板と、前記液晶層と前記第1偏光板および/または前記第2偏光板との間に配置された少なくとも1枚の第1位相差板と、前記少なくとも1枚の第1位相差板と前記第1偏光板および前記第2偏光板の内の前記少なくとも1枚の第1位相差板から遠い方の偏光板との間に配置された少なくとも1枚の第2位相差板と、前記第1偏光板および前記第2偏光板のいずれか一方の偏光板を介して前記液晶層に光を照射する照明素子とを有し、前記少なくとも1枚の第1位相差板は二軸光学異方性を有し、黒表示状態における前記液晶層の厚さ方向のリタデーションの一部を補償するとともに、斜め視角方向において前記第1偏光板および前記第2偏光板の透過軸が直交関係からずれることによる光漏れを抑制する機能を有し、且つ、前記少なくとも1枚の第2位相差板は負の一軸光学異方性を有し、前記少なくとも1枚の第1位相差板と協同して、黒表示状態における前記液晶層の厚さ方向のリタデーションを補償する機能を有し、そのことによって上記目的が達成される。

【0012】黒表示状態における前記液晶層の厚さ方向のリタデーション  $\Delta n \cdot d_L$  ( $\Delta n$  は前記液晶層の複屈折率、 $d_L$  は前記液晶層の厚さ) は、 $200\text{nm} \leq \Delta n \cdot d_L \leq 500\text{nm}$  の関係を満足することが好ましい。

【0013】二軸光学異方性を有する前記少なくとも1枚の第1位相差板の遅相軸 (x 軸) は前記第1偏光板および前記第2偏光板のうち前記液晶層に対して同じ側にある偏光板の透過軸と実質的に平行であり、前記少なくとも1枚の第1位相差板の前記遅相軸方向における屈折率を  $n_x$ 、前記遅相軸を含み前記液晶層に平行な平面内にあり前記遅相軸に直交する進相軸方向の屈折率を  $n_y$ 、厚さ (d) の方向の屈折率を  $n_z$  とするとき、厚さ方向のリタデーション ( $Rth = (n_x - n_z) \cdot d$ ) および面内リタデーション ( $Re = (n_x - n_y) \cdot d$ ) は、 $100\text{nm} \leq Rth + 1.9 \cdot Re \leq 500\text{nm}$  の関係を満足することが好ましく、 $200\text{nm} \leq Rth + 1.9 \cdot Re \leq 400\text{nm}$  の関係を満足することが更に好ましい。

【0014】前記少なくとも1枚の第1位相差板の前記面内リタデーション  $Re$  は  $Re < 190\text{nm}$  の関係を満足することが好ましく、 $Re \leq 150\text{nm}$  の関係を満足

することが更に好ましい。

【0015】前記少なくとも1枚の第1位相差板は、 $n_x > n_y > n_z$  の関係を満足することが好ましい。

【0016】本発明によるある局面の液晶表示装置は、黒表示状態において略垂直配向をとる液晶層と、前記液晶層を介して互に対向し、それぞれの透過軸が互いに直交するように配置された第1偏光板および第2偏光板と、前記液晶層と前記第1偏光板および/または前記第2偏光板との間に配置された少なくとも1枚の第1位相差板と、前記少なくとも1枚の第1位相差板と前記第1偏光板および前記第2偏光板の内の前記少なくとも1枚の第1位相差板から遠い方の偏光板との間に配置された少なくとも1枚の第2位相差板と、前記第1偏光板および前記第2偏光板のいずれか一方の偏光板を介して前記液晶層に光を照射する照明素子とを有し、黒表示状態における前記液晶層の厚さ方向のリタデーション  $\Delta n \cdot d_L$  ( $\Delta n$  は前記液晶層の複屈折率、 $d_L$  は前記液晶層の厚さ) は、 $200\text{nm} \leq \Delta n \cdot d_L \leq 500\text{nm}$  の関係を満足し、前記少なくとも1枚の第1位相差板は二軸光学異方性を有し、前記少なくとも1枚の第1位相差板の遅相軸 (x 軸) は前記第1偏光板および前記第2偏光板のうち前記液晶層に対して同じ側にある偏光板の透過軸と実質的に平行であり、前記少なくとも1枚の第1位相差板の前記遅相軸方向における屈折率を  $n_x$ 、前記遅相軸を含み前記液晶層に平行な平面内にあり前記遅相軸に直交する進相軸方向の屈折率を  $n_y$ 、厚さ (d) の方向の屈折率を  $n_z$  とするとき、厚さ方向のリタデーション ( $Rth = (n_x - n_z) \cdot d$ ) および面内リタデーション ( $Re = (n_x - n_y) \cdot d$ ) は、 $100\text{nm} \leq Rth + 1.9 \cdot Re \leq 500\text{nm}$  および  $Re < 190\text{nm}$  の関係を満足する。面内リタデーション  $Re$  は  $150\text{nm}$  以下であることが更に好ましい。

【0017】前記少なくとも1枚の第1位相差板は、 $n_x > n_y > n_z$  の関係を満足することが好ましい。

【0018】更に、前記少なくとも1枚の第1位相差板は、 $0\text{nm} < Rth - Re \leq 100\text{nm}$  の関係を満足することが好ましい。

【0019】本発明による他の局面の液晶表示装置は、黒表示状態において略垂直配向をとる液晶層と、前記液晶層を介して互に対向し、それぞれの透過軸が互いに直交するように配置された第1偏光板および第2偏光板と、前記液晶層と前記第1偏光板および/または前記第2偏光板との間に配置された少なくとも1枚の第1位相差板と、前記少なくとも1枚の第1位相差板と前記第1偏光板および前記第2偏光板の内の前記少なくとも1枚の第1位相差板から遠い方の偏光板との間に配置された少なくとも1枚の第2位相差板と、前記第1偏光板および前記第2偏光板のいずれか一方の偏光板を介して前記液晶層に光を照射する照明素子とを有し、黒表示状態における前記液晶層の厚さ方向のリタデーション  $\Delta n \cdot d$

1. ( $\Delta n$ は前記液晶層の複屈折率、 $d_{11}$ は前記液晶層の厚さ)は、 $200\text{ nm} \leq \Delta n \cdot d_{11} \leq 500\text{ nm}$ の関係を満足し、前記少なくとも1枚の第1位相差板は二軸光学異方性を有し、前記少なくとも1枚の第1位相差板の遅相軸(x軸)は前記第1偏光板および前記第2偏光板のうち前記液晶層に対して同じ側にある偏光板の透過軸と実質的に平行であり、前記少なくとも1枚の第1位相差板の前記遅相軸方向における屈折率を $n_x$ 、前記遅相軸を含み前記液晶層に平行な平面内にあり前記遅相軸に直交する進相軸方向の屈折率を $n_y$ 、厚さ(d)の方向の屈折率を $n_z$ とすると、厚さ方向のリタデーション( $R_{th1} = (n_x - n_z) \cdot d$ )および面内リタデーション( $R_{e1} = (n_x - n_y) \cdot d$ )は、 $100\text{ nm} \leq R_{th1} + 1.9 \cdot R_{e1} \leq 500\text{ nm}$ および $n_x > n_y > n_z$ の関係を満足する。

【0020】前記少なくとも1枚の第1位相差板の前記面内リタデーション $R_e$ は $R_e < 190\text{ nm}$ の関係を満足することが好ましく、 $R_e \leq 150\text{ nm}$ の関係を満足することが更に好ましい。

【0021】本発明による上記液晶表示装置は、前記第1偏光板と前記第2偏光板との間に、負の一軸光学異方性を有するさらなる第2位相差板を有してもよい。このとき、前記少なくとも1枚の第1位相差板の厚さ方向のリタデーション( $R_{th1}$ )は、前記さらなる第2位相差板の厚さ方向のリタデーション( $R_{th2}$ )よりも大きいことが好ましい。

【0022】黒表示状態における前記液晶層の厚さ方向のリタデーション $\Delta n \cdot d_{11}$ と前記第1偏光板と前記第2偏光板との間に存在する複数の位相差板の厚さ方向のリタデーションの合計( $R_{tht}$ )との差( $\Delta R_{th} = \Delta n \cdot d_{11} - R_{tht}$ )は、 $-100\text{ nm} \leq \Delta R_{th} \leq 100\text{ nm}$ の関係を満足することが好ましく、 $-50\text{ nm} \leq \Delta R_{th} \leq 50\text{ nm}$ の関係を満足することが更に好ましい。

【0023】前記少なくとも1枚の第1位相差板は1枚の第1位相差板であることが好ましく、前記少なくとも1枚の第2位相差板は1枚の第2位相差板であることが好ましい。この場合において、前記第1位相差板と、前記第1偏光板および前記第2偏光板のうち前記液晶層に対して前記第1位相差板と同じ側にある前記偏光板との間に、負の一軸光学異方性を有するさらなる第2位相差板を有するとき、前記第1位相差板の厚さ方向のリタデーション( $R_{th1}$ )は、前記さらなる第2位相差板の厚さ方向のリタデーション( $R_{th2}$ )よりも大きいことが好ましい。

【0024】前記液晶層は負の誘電異方性を有する液晶材料を含み、ノーマリブラックモードで表示を行うことが好ましい。

【0025】前記照明素子は前記第2偏光板を介して前記液晶層に光を照射し、前記1枚の第1位相差板は前記

第1偏光板と前記液晶層との間に設けられていることが好ましい。

【0026】前記第1偏光板および前記第2偏光板のいずれか一方の偏光板を介して前記液晶層に光を照射する照明素子と前記いずれか一方の偏光板とが、前記いずれか一方の偏光板の透過軸に平行な直線偏光を射出する偏光照射素子に置換されてもよい。

【0027】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しながら、本発明の実施形態による液晶表示装置の構成と機能を説明する。

【0028】図1(a)および(b)を参照しながら、実施形態の液晶表示装置100Aおよび100Bの構成と機能を説明する。

【0029】本実施形態による液晶表示装置100Aおよび100Bは、黒表示状態において略垂直配向状態をとる液晶層10を有している。図1(a)および(b)は、黒表示状態における液晶層10を示しており、液晶層10の液晶分子10aは、表示面(液晶層の層面と平行)に対して略垂直に配向している。

【0030】液晶層10の配向状態は、液晶層10を介して互に対向する電極11aおよび11bの間に電圧を印加することによって制御される。液晶層10と電極11aおよび11bは液晶セル11を構成する。液晶セル11は、必要に応じて、配向膜、カラーフィルタ層や、電極11aおよび/または電極11bに所定の電圧を供給するための配線やスイッチング素子など公知の構成要素を有し得る。

【0031】液晶層10として、例えば誘電異方性が正の液晶材料を用いて90°ツイスト配向の液晶層を形成して場合には、飽和電圧以上の電圧を印加することによって、略垂直配向状態を得ることができる。また、誘電異方性が負のネマチック液晶材料を垂直配向膜などを用いて垂直配向させた場合には、電圧無印加時に略垂直配向状態を得ることができる。本明細書において、略垂直配向とは、配向膜などのアンカリングされている液晶分子の層を除く液晶層のほぼ全体が垂直配向状態にある場合を含むものとする。また、液晶層10に電圧を印加するための電極11aおよび11bは、例えば、アクティブマトリクス型液晶表示装置における絵素電極および対向電極であってよい。

【0032】黒表示状態における液晶層10の厚さ方向のリタデーション $\Delta n \cdot d_{11}$  ( $\Delta n$ は液晶層の複屈折率、 $d_{11}$ は液晶層の厚さ)は、 $200\text{ nm} \leq \Delta n \cdot d_{11} \leq 500\text{ nm}$ の関係を満足することが好ましい。黒表示状態における液晶層10の厚さ方向のリタデーション $\Delta n \cdot d_{11}$ の上記の範囲に設定することによって、後述する第1位相差板16および第2位相差板18によってリタデーションが効果的に補償され、良好な黒表示を実現することができる。



【0033】特に、液晶層10の材料として負の誘電異方性を有するネマチック液晶材料を用い、垂直配向膜などを用いて垂直配向させた液晶層を用いることが好ましい。このような液晶層を用いると、黒表示状態において液晶層が面内リタデーションを有しないので、位相差板によるリタデーションの補償が良好に行なわれ、高品位のノーマリブラックモードの表示を行うことができる。

【0034】液晶層10を介して互に対向するように設けられた第1偏光板12および第2偏光板14は、それぞれの透過軸(偏光軸)PAが互いに直交するように配置されている。液晶表示装置100Aおよび100Bは透過モードで表示を行うことができる表示装置であり、第1偏光板12および第2偏光板14のいずれか一方の偏光板を介して液晶層10に光を照射する照明素子(不図示)を有している。ここでは、例えば、図1(a)および(b)において、第2偏光板14の下側に照明素子が設けられているとする。照明素子としては、例えば、公知の蛍光管を用いることができる。

【0035】なお、一般に市販されている偏光板は、偏光機能を有する層(偏光層)と偏光層を支持するための層(支持層)とを有しており、この支持層(および/または偏光層)が光学異方性を有することがあるが、ここでは、説明を簡潔にするために、偏光板12および14は、それぞれ透過軸PAに平行な振動面を有する直線偏光を透過する機能のみを有することとし、偏光板12および14が光学異方性を有する支持層を含む場合については後に詳述することにする。

【0036】本実施形態の液晶表示装置100Aおよび100Bは、一対の偏光板12および14の間に、二軸光学異方性を有する第1位相差板16および負の一軸光学異方性を有する第2位相差板18を有している。ここで、第1位相差板16は、黒表示状態における液晶層10の厚さ方向のリタデーションの一部を補償するとともに、斜め視角方向において第1偏光板12および第2偏光板14の透過軸が直交関係からずれることによる光漏れを抑制する機能を有し、且つ、第2位相差板18は、第1位相差板16と協同して、黒表示状態における液晶層10の厚さ方向のリタデーションを補償する機能を有するように、それぞれの光学異方性(リタデーション)が設定されている。

【0037】本発明によると、黒表示状態における液晶層10が有する厚さ方向のリタデーション(正の一軸光学異方性)を負の一軸光学異方性を有する位相差板(第2位相差板18)のみによって補償するのではなく、二軸異方性を有する位相差板(第1位相差板16)にもその機能を持たせているので、上述の公開公報に記載されている二軸光学異方性シートよりも第1位相差板16の選択範囲が広がり、工業的に利用しやすい位相差板によって良好な黒表示を得ることができる。本発明の液晶表示装置が有する第1位相差板16は、斜め視角方向から

見たときに、クロスニコル状態に配置された偏光板12および14の透過軸PAが直交関係からずれるのを補償するだけでなく、略垂直配向状態にある液晶層10の厚さ方向のリタデーションの一部を補償する機能を有している点において、上記公報に記載されている二軸異方性光学シートと異なる。

【0038】第1位相差板16は、例えば図1(a)に示したように、液晶層10と第1偏光板12との間に設けられ、第2位相差板18は、液晶層10と第2偏光板14との間に設けられる。あるいは、図1(b)に示したように、第1位相差板16を液晶層10と第1偏光板12との間に設け、第2位相差板18を液晶層10と第1位相差板16との間に設けてもよい。第2位相差板18は、第1位相差板16と第1偏光板12および第2偏光板14の内の第1位相差板16から遠い方の偏光板(図示の例では偏光板14)との間に配置されている。

【0039】二軸光学異方性を有する第1位相差板16の遅相軸(x軸とする)SAは液晶層10に対して同じ側にある偏光板12の透過軸PAと実質的に平行に配置されている。第1位相差板16の遅相軸SA方向における屈折率を $n_x$ 、遅相軸SAを含み液晶層10に平行な平面内にあり遅相軸SAに直交する進相軸(y軸とする)FA方向の屈折率を $n_y$ 、厚さ(d)の方向(液晶層10の厚さ方向と平行、z軸方向とする)の屈折率を $n_z$ とすると、斜め視角方向において良好な黒表示を得るためには、厚さ方向のリタデーション( $R_{th} = (n_x - n_z) \cdot d$ )および面内リタデーション( $R_e = (n_x - n_y) \cdot d$ )は、 $1.00 \text{ nm} \leq R_{th} + 1.9 \cdot R_e \leq 5.00 \text{ nm}$ の関係を満足することが好ましく、 $2.00 \text{ nm} \leq R_{th} + 1.9 \cdot R_e \leq 4.00 \text{ nm}$ の関係を満足することが更に好ましい。

【0040】また、第1位相差板16の面内リタデーション $R_e$ は $R_e < 1.90 \text{ nm}$ の関係を満足することが好ましく、 $R_e \leq 1.50 \text{ nm}$ の関係を満足することが更に好ましい。面内リタデーション $R_e$ を $1.90 \text{ nm}$ 未満、好ましくは $1.50 \text{ nm}$ 以下に設定することによって、第1位相差板16の遅相軸SAと偏光板12(および/または偏光板14)の透過軸PAとの位置合せマージンが大きくなるとともに、位置ずれが発生した際の表示面法線方向(z軸方向)からみたときの光漏れが抑制され、正面コントラスト比のばらつきを抑制することができる。

【0041】また、第1位相差板16は、 $n_x > n_y > n_z$ の関係を満足することが好ましい。一般に、位相差板は、位相差板を構成する高分子フィルムを延伸する、あるいは、高分子溶液を基板表面にキャストするなどして、高分子鎖をフィルム面内(位相差板のxy面内に対応)において配向させることによって光学的異方性を付与するので、厚さ方向(z方向)の屈折率 $n_z$ を面内の屈折率 $n_x$ および $n_y$ よりも大きくすることが難しい。

すなわち、上述した特開2000-39610号公報に記載されているような $n_x > n_z > n_y$ の関係を満足する位相差板に比べ、 $n_x > n_y > n_z$ の関係を満足する位相差板16は、工業的に効率良く製造することができる。従って、位相差板16の価格が安くなるばかりでなく、位相差板16の特性のばらつきが抑制されるので、最終的な液晶表示装置の表示品位を向上できるとともに、表示品位のばらつきを抑制することができる。

【0042】更に、第1位相差板16が $0\text{ nm} < R_{th} - R_e \leq 100\text{ nm}$ の関係を満足することが好ましい。二軸光学異方性を有する第1位相差板16の $R_{th} - R_e$ 、すなわち $(n_y - n_z) \cdot d$ が $100\text{ nm}$ を超えると、第1位相差板16の製造過程において光学異方性の制御が難しくなり、第1位相差板16の $n_x$ 、 $n_y$ および $n_z$ のばらつきが大きくなり、その結果、斜め視角方向におけるコントラスト比の低下を招くことがある。これは、例えば二軸延伸法を用いて $R_{th} - R_e$ が $100\text{ nm}$ を超える第1位相差板16を製造する場合、 $y$ 軸方向にも $x$ 軸方向と同程度に延伸する必要が生じ、 $n_x$ および $n_y$ を同時に所定の大きさに調整することが難しくなるためである。

【0043】 $0\text{ nm} < R_{th} - R_e \leq 100\text{ nm}$ の関係を満足する第1位相差板16は、例えば、ロール・トゥ・ロール法と一般に呼ばれている方法を用いて製造することが可能で、例えば、偏光板12と第1位相差板16とを貼り合せることができる。すなわち、ロール状に巻かれた長尺の偏光フィルムと、同じくロール状に巻かれた長尺の位相差フィルムとを偏光フィルムの透過軸と位相差フィルムの遅相軸とが平行になるように連続的に貼り合せた後、互いに貼り合された偏光フィルムと位相差フィルムとを所定の大きさに切断することによって、互いに貼り合された偏光板12および第1位相差板16を得ることができる。ロール・トゥ・ロール法を用いると、それぞれ所定の大きさに予め切断された第1偏光板12と第1位相差板16とを個別に透過軸PAと遅相軸SAとが平行になるように貼り合せる場合に比べて、生産性が高いばかりでなく、透過軸PAと遅相軸SAとの位置合せ精度も向上し、光学特性のばらつきが低減するという効果も得られる。第1位相差板16は、 $20\text{ nm} \leq R_{th} - R_e \leq 80\text{ nm}$ の関係を満足することがさらに好ましい。

【0044】第2位相差板18の厚さ方向（図1中のNA）の負のリタデーション $R_{th2}$ は、液晶層10の厚さ方向のリタデーション $\Delta n \cdot d_{lc}$ と、第1位相差板16の厚さ方向のリタデーション $R_{th1}$ と第2位相差板18の厚さ方向のリタデーション $R_{th2}$ との合計（ $R_{tht}$ ）との差（ $\Delta R_{th} = \Delta n \cdot d_{lc} - R_{tht}$ ）が、 $-100\text{ nm} \leq \Delta R_{th} \leq 100\text{ nm}$ の関係を満足するように設定されていることが好ましく、 $-50\text{ nm} \leq \Delta R_{th} \leq 50\text{ nm}$ の関係を満足するように設定され

ていることが更に好ましい。

【0045】第1偏光板12と第2偏光板14との間に負の一軸異方性を有する更なる第2位相差板（不図示、その厚さ方向のリタデーションを $R_{th2'}$ とする）を有する場合は、上記厚さ方向のリタデーションの合計 $R_{tht}$ は、第1偏光板12と第2偏光板14との間に存在する全ての位相差板の厚さ方向のリタデーションの和を表すこととする（ $R_{tht} = R_{th1} + R_{th2} + R_{th2'}$ ）。

【0046】上述の例では、第1位相差板16および第2位相差板18をそれぞれ1枚ずつ設けた構成を例示したが、図2に示す液晶表示装置200のように、2枚の第1位相差板16aおよび16b、2枚の第2位相差板18aおよび18bを設けても良い。液晶表示装置200のように2枚の第1位相差板16aおよび16bを用いる場合、第1位相差板16aおよび16bは、それぞれの遅相軸SAが、液晶層10に対して同じ側にある偏光板12および14の透過軸PAと平行となるように配置されている。図示の例では、第1位相差板16aの遅相軸SAは第1偏光板12の透過軸PAに平行に配置されており、第1位相差板16bの遅相軸SAは第2偏光板14の透過軸PAと平行に配置されている。従って、第1位相差板16aの遅相軸SAと第2位相差板18bの遅相軸SAとは互いに直交しており、上記リタデーションの関係を規定する $x$ 軸および $y$ 軸は、2つの第1位相差板16aと18bとで互いに直交している。図1

(a)および(b)を参照しながら説明した第1位相差板16の厚さ方向のリタデーション（ $R_{th1} = (n_x - n_z) \cdot d$ ）および面内リタデーション（ $R_e = (n_x - n_y) \cdot d$ ）は、図2の構成においては、第1位相差板16aおよび16bのそれぞれの $n_x$ 、 $n_y$ 、 $n_z$ および厚さ $d$ から求められる $R_{th1}$ の和および $R_e$ の和に対応する。2枚の第1位相差板16aおよび16bのそれぞれの $n_x$ 、 $n_y$ および $n_z$ は互いに等しいことが好ましいが、異なってもよい。もちろん、第1位相差板16aおよび16bのそれぞれの $n_x$ 、 $n_y$ および $n_z$ は、 $n_x > n_y > n_z$ の関係を満足することが好ましい。

【0047】負の一軸光学異方性を有する二枚の第2位相差板18aおよび18bについても同様で、二枚の第2位相差板18aおよび18bのそれぞれの厚さ方向のリタデーションの合計が上記 $R_{th2}$ に対応することになる。

【0048】第1位相差板および第2位相差板は、上述したように、それぞれ複数設けても良いが、その枚数は少ない方が好ましい。枚数が多くなると、それぞれの光学軸（遅相軸や進相軸）と偏光板12および/または偏光板14の透過軸との位置合せ工程が増え、その結果、位置合せずれや、互いに貼り合わせる位相差板の間あるいは位相差板と偏光板との間にゴミ（ダスト）が挟み込

まれることによる品質劣化の問題が発生することがある。

【0049】特に、二軸光学異方性を有する第1位相差板は一枚であることが好ましい。負の一軸異方性を有する第2位相差板も一枚であることが好ましいが、上述したように偏光板12および偏光板14の支持層として広く用いられているトリアセチルセルロース（以下、「TAC」という。）層は、負の一軸異方性（厚さ方向のリタデーション約20nm以上約70nm）を有しており、これらも第2位相差板として機能するので、これらを含めると、合計3枚の第2位相差板を用いることが実際的である。また、偏光板12および14（TAC層を含む）は、種々の品種の液晶表示装置に用いられることが多いので、図1(a)および(b)に示した構成における第2位相差板18の厚さ方向のリタデーション( $R_{th2}$ )を液晶表示装置に応じて適宜設定することが好ましい。なお、偏光板12および14のそれぞれについてTAC層が設けられているので、例えば、第2位相差板18の厚さ方向のリタデーション $R_{th2}$ の設定に際して考慮する上記条件( $\Delta n \cdot d = R_{th1} - R_{th2}$ )における $R_{th1}$ は、第1位相差板16の $R_{th1}$ と、第2位相差板の $R_{th2}$ と、偏光板12および14のTAC層の合計のリタデーション( $R_{th2}'$ )とを含むことになる。

【0050】また、図1(a)および(b)に示したように、第2位相差板18は、第1位相差板16と第1偏光板12および第2偏光板14の内の第1位相差板16から遠い方の偏光板（図示の例では偏光板14）との間に配置されることが好ましい。すなわち、第1位相差板16と、偏光板12および14のうち液晶層10に対して第1位相差板16と同じ側にある偏光板（図1(a)および(b)においては偏光板12）との間に、第2位相差板18を配置することは好ましくない。

【0051】これは、第1位相差板16とそれに近い方の偏光板12との間に、第1位相差板16の厚さ方向のリタデーション $R_{th1}$ よりも大きな値のリタデーション $R_{th2}$ を有する第2位相差板18を設けると、斜め視角方向における黒表示の品位を向上する効果が低下することがあるためである。従って、第1位相差板16の近くに配置される偏光板12のTAC層が有するリタデーションを $R_{th2}'$ と表記すると、 $R_{th1} > R_{th2} + R_{th2}'$ の関係を満足することが好ましい。一般に、偏光板12および14（支持層）が有するリタデーションは70nm以下なので、上記の問題が発生することはない。また、偏光板12および14のTAC層のリタデーションの合計 $R_{th2}'$ は、第1位相差板16の厚さ方向のリタデーション $R_{th1}$ および第2位相差板18の厚さ方向のリタデーション $R_{th2}$ の合計よりも小さいことが好ましい( $R_{th1} + R_{th2} > R_{th2}'$ )。

【0052】また、第1位相差板16および第2位相差板18の耐熱性を考慮すると、これらの位相差板16および18は、液晶層10に対して、照射素子（不図示）と反対側に設けられていることが好ましい。特に、二軸異方性を有する第1位相差板16は液晶層10に対して照射素子の反対側に設けることが好ましい。

【0053】上記の実施形態においては、例えば蛍光管などの非偏光を出射する照射素子を用いる場合を例示しているが、直線偏光を出射する照射素子を用いる場合には、照射素子と、偏光板12および14のうち照射素子側に設けられているものとをその偏光板の透過軸に平行な直線偏光を出射する偏光照射素子に置換すればよい。

【0054】以下、図1(a)に示した実施形態の液晶表示装置100Aの構成と特性の関係をさらに具体的に説明する。以下では、本実施形態の特徴を系統的に説明するために、シミュレーションの結果に基づいて説明するが、シミュレーションの妥当性は実験によって確かめた。

【0055】ここでは、偏光板12および14として、それぞれが負の一軸光学異方性を有するTAC層を有するものを用いた。TAC層の厚さ方向のリタデーションはそれぞれが50nmで、両方合せて100nmの場合の結果を示す。照射素子としては蛍光管を有する公知のバックライトを用い、図1(a)中の偏光板14の下側に配置した。

【0056】液晶層10の材料として負の誘電異方性を有するネマチック液晶材料を用い、黒表示状態における液晶層10の厚さ方向のリタデーションを249nm、369nmおよび408nmの3種類について検討した。

【0057】上記の偏光板12および14、液晶層10と、リタデーションの異なる第1位相差板16および第2位相差板18とを用いて、黒表示状態における斜め視角方向における光漏れ（光透過率）をシミュレーションで求めた。表示面の観察方向は、観察者側偏光板12の透過軸PAから方位角が45°、視角（表示面法線からの角度）が60°となるようにした。

【0058】シミュレーションの結果、黒表示状態における斜め視角方向における光漏れが少なかうな構成について、液晶層10の厚さ方向のリタデーション( $\Delta n \cdot d$ )、第1位相差板16の面内リタデーション $R_e$ 、厚さ方向リタデーション $R_{th1}$ 、第2位相差板18の厚さ方向リタデーション $R_{th2}$ 、偏光板12および14のTAC層の合計のリタデーション $R_{th2}'$ 、位相差板（TAC層を含む）の厚さ方向のリタデーションの合計 $R_{th1}$ 、および、 $\Delta n \cdot d$ と $R_{th1}$ との差をまとめて表1に示した。

【0059】

【表1】



液晶層	二軸		負一軸	TAC×2	位相差板のRth合計 Rth1+Rth2+Rth2'	$\Delta n \cdot d - Rth$
$\Delta n \cdot d$	Re	Rth1	Rth2	Rth2'	Rth	$\Delta Rth$
249	75	160	20	100	280	-31
249	75	150	30	100	280	-31
249	85	140	50	100	290	-41
249	85	130	60	100	290	-41
249	105	100	110	100	310	-61
369	75	160	130	100	390	-21
369	75	150	140	100	390	-21
369	80	140	150	100	390	-21
369	90	130	170	100	400	-31
369	90	120	180	100	400	-31
369	95	110	190	100	400	-31
369	105	100	210	100	410	-41
408	75	160	150	100	410	-2
408	80	150	170	100	420	-12
408	85	140	180	100	420	-12
408	85	130	190	100	420	-12
408	105	100	240	100	440	-32

【0060】また、上記結果が得られた構成において、黒表示状態における光漏れが最も少ない構成における第1位相差板16のReとRth1を図3にプロットした結果を示す。

【0061】図3の結果から、第1位相差板16のReとRth1とが直線  $Rth1 + 1.9 \cdot Re = 300$  (nm) の関係を満足するときに最も光漏れが少ないことがわかった。また、表1および図3に示した構成においては、黒表示状態での正面方向における光漏れも少なく正面コントラスト比も高かった。

【0062】この結果に基づいて、上記観察方向（方位角45°、視角6.0°）において、コントラスト比が10以上の表示を実現できる、第1位相差板14のReおよびRth1の範囲を求めた結果を図4に示す。

【0063】図4中には、本発明によって10以上のコントラスト比が得られる範囲（本発明）とともに、上記特開2000-39610号公報に記載されている二軸異方性光学シートのリタデーション（ReおよびRth1に相当）の好ましい範囲（従来）を合せて示している。

【0064】図4からわかるように、従来の二軸異方性光学シートは、面内リタデーションが190nm以上であり、且つ、 $n_x > n_z > n_y$ の範囲（図4中の破線の下側）にある。従って、良好な黒表示を得ることができる二軸異方性光学シートの選択範囲が狭く、且つ、 $n_x > n_z > n_y$ の屈折率異方性を有する光学シートを工業的に製造することが難しいという問題がある。さらに、面内リタデーションが190nm以上あるので黒表示状態での正面における光漏れが発生しやすいという問題もある。

【0065】これに対し、本発明に好適に用いられる第1位相差板16のReおよびRth1の範囲は、上記従来の二軸異方性光学シートの範囲とは異っており、上

記の問題の発生を抑制・防止することができる。すなわち、良好な黒表示を実現できる第1位相差板16の選択範囲が広く、且つ、工業的に生産しやすい  $n_x > n_y > n_z$  の光学異方性を有する位相差板を用いることができる。

【0066】その中でも、 $0 \text{ nm} < Rth - Re \leq 100 \text{ nm}$  の関係を満足する第1位相差板16は、光学異方性のばらつきの小さいものを効率良く生産することができる。さらに、ロール・トゥ・ロール法を採用すると、第1偏光板12と一体に形成することができるので、生産性が高いだけでなく、位置合せ精度が高いので、液晶表示装置100Aの表示品位の向上に寄与する。

【0067】また、第1位相差板16の面内リタデーションReを190nm未満に設定することによって、正面コントラスト比のばらつきを抑制することができる。

【0068】負の一軸異方性を有する第2位相差板18は、表1に示したように、 $-100 \text{ nm} \leq \Delta Rth \leq 100 \text{ nm}$  の関係を満足するように設定することによって、上記の観察方向においてコントラスト比10以上を得ることができ、さらなるコントラスト比の向上のためには、 $-50 \text{ nm} \leq \Delta Rth \leq 50 \text{ nm}$  の範囲に設定することが好ましい。勿論、理想的な  $\Delta Rth$  は零である。

【0069】図1(a)に示した液晶表示装置100Aについてのシミュレーション結果を示したが、図1(b)や図2を参照しながら上述した種々の構成について、上述したリタデーションの関係は成り立つ。また、液晶層10は誘電異方性が負の垂直配向型液晶層を用いることが好ましいが、TN型液晶層など、略垂直配向状態で黒表示を行う種々の液晶層を用いることができる。

【0070】

【発明の効果】本発明によると、略垂直配向状態の液晶層を利用して黒表示を行う液晶表示装置の表示品位を生

17

産性に優れた二軸位相差板を用いて向上させることができる。

【0071】本発明による液晶表示装置の表示品位は良好なので、液晶モニターや液晶テレビなど特に高品位の表示が求められる用途に好適である。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a) および (b) は、本発明による実施形態の液晶表示装置 100A および 100B の構成を模式的に示す図である。

【図2】本発明による他の実施形態の液晶表示装置 200 の構成を模式的に示す図である。

【図3】本発明による実施形態の液晶表示装置に好適に用いられる第1位相差板 16 の面内リタデーション  $R_e$  と厚さ方向リタデーション  $R_{th}$  との関係を示すグラフである。

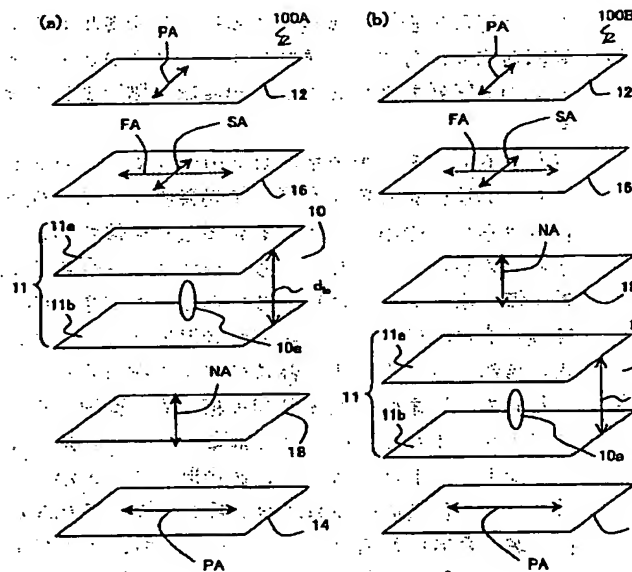
18

【図4】本発明による実施形態の液晶表示装置に好適に第1位相差板 16 の面内リタデーション  $R_e$  と厚さ方向リタデーション  $R_{th}$  と好適な範囲を示すグラフである。

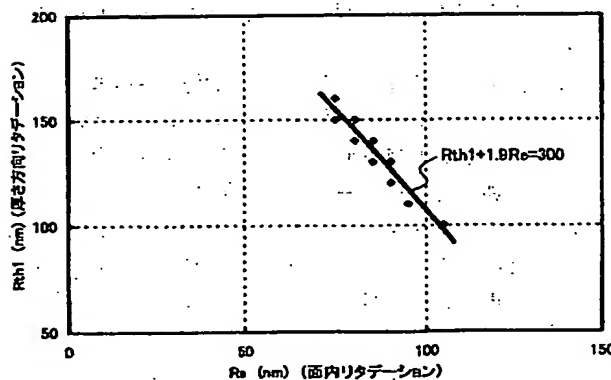
【符号の説明】

10 液晶層  
10a 液晶分子  
11 液晶セル  
11a、11b 電極  
12 第1偏光板  
14 第2偏光板  
16、16a、16b 第1位相差板(二軸)  
18、18a、18b 第2位相差板(負一軸)  
100A、100B、200 液晶表示装置

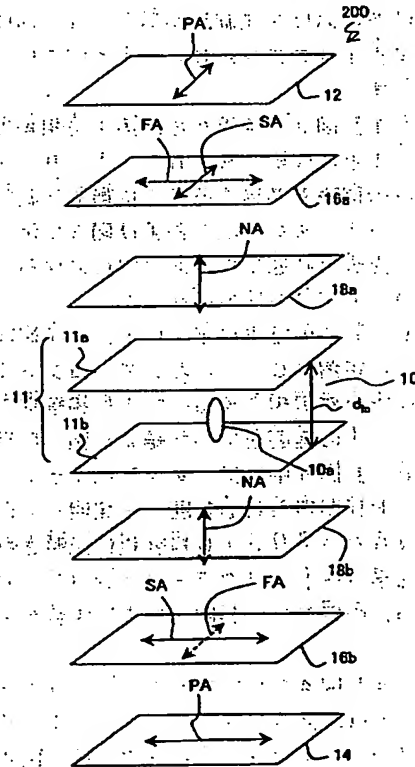
【図1】



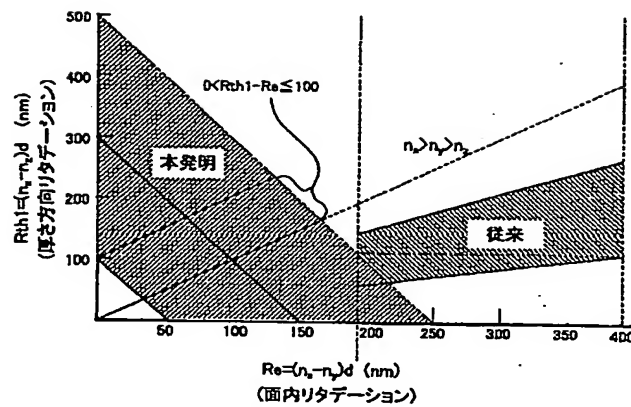
【図3】



【図2】



【図 4】



## フロントページの続き

(72) 発明者 久保 真澄  
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ャープ株式会社内  
(72) 発明者 中井 信彦  
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ャープ株式会社内

(72) 発明者 大蔵 英彦  
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ャープ株式会社内  
Fターム(参考) 2H049 BA02 BA06 BB03 BB66 BC22  
2H091 FA02Y FA08X FA08Z FA11X  
FA11Z FA41Z GA13 KA02  
LA12

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**